

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 102 25 264 A 1

51 Int. Cl.⁷:
F 01 D 5/18
F 01 D 5/22
F 01 D 9/04

21 Aktenzeichen: 102 25 264.5
22 Anmeldetag: 7. 6. 2002
43 Offenlegungstag: 3. 4. 2003

DE 102 25 264 A 1

30 Unionspriorität:
1704/01 17. 09. 2001 CH
71 Anmelder:
ALSTOM (Switzerland) Ltd., Baden, CH
74 Vertreter:
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241
München

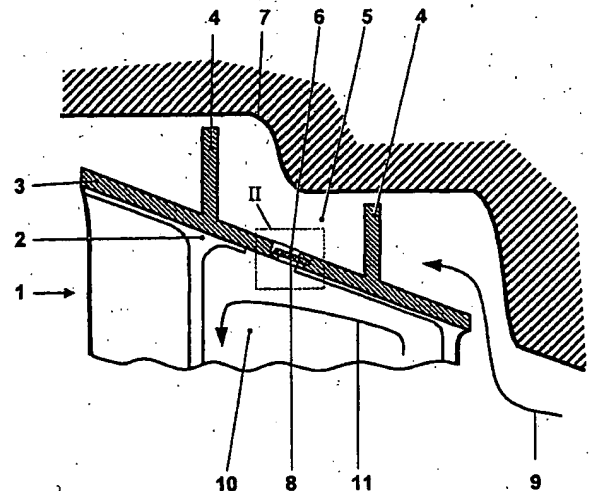
72 Erfinder:
Ehrhard, Jan, Dr., 5405 Baden-Dättwil, CH; Konter,
Maxim, Dr., 5313 Klingnau, CH; Naik, Shailendra,
Dr., 5412 Gebenstorf, CH; Rathmann, Ulrich, 5400
Baden, CH

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
GB 23 54 290 A
US 50 22 817

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Luftgekühlte Turbinenschaufel mit Deckbandelement

57 Es ist eine luftgekühlte Turbinenschaufel (1) offenbart, welche an der Schaufelspitze (2) ein sich senkrecht zur Schauffellängsachse erstreckendes Deckbandelement (3) aufweist. Das Deckbandelement (3) ist zwecks Kühlung mit mindestens einer Kühlluftbohrung (6) durchzogen, welche eingangsseitig mit wenigstens einem durch die Turbinenschaufel (1) verlaufenden Kühlluftkanal (10) in Verbindung steht und ausgangsseitig in den die Turbinenschaufel (1) umgebenden Außenraum mündet. In der Kühlluftbohrung (6) befindet sich erfindungsgemäß ein Ventil (8), welches sich in Abhängigkeit von der Temperatur des umgebenden Außenraums öffnet und schließt.



DE 102 25 264 A 1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine luftgekühlte Turbinenschaufel, welche an der Schaufelspitze ein sich senkrecht zur Schaufellängsachse erstreckendes Deckbandelement aufweist.

STAND DER TECHNIK

[0002] Turbinenschaufeln von Gasturbinen müssen aufgrund der Temperaturen von den sie umgebenden Heissgasen gekühlt werden. Kühlbare Schaufeln für Gasturbinen mit einem internen Kühlsystem sind beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE-A1-198 60 788, aus EP-A1-0 534 586 oder aus EP-A1-1 094 200 bekannt geworden.

[0003] Eine besondere Schwierigkeit besteht darin, exponierte Bereiche der Schaufel zuverlässig zu kühlen. Einer dieser speziellen Bereiche ist das Deckband bzw. die Deckbandelemente der Schaufel und die Kavität, welche sich zwischen Rippen des Deckbandelements bildet. Hier muss intensiv gekühlt werden, um einer Überhitzung sicher vorzubeugen. Kühlsysteme dieser Deckbandelemente sind zahlreich im Stand der Technik beschrieben worden. Den Druckschriften DE-A1-198 13 173, EP-A2-1 083 299, US-A-5,785,496, US-A-5,482,435, EP-A1-0 928 880, EP-A1-0 927 814, US-A-5,460,486, US-A-6,146,098, US-A-6,152,695, US-A1-2001/0006600 oder EP-A2-1,013,884 sind verschiedene Ausführungsformen zu entnehmen.

[0004] Eine Überhitzung an dieser Stelle führt zu Oxidation und zu einer Deformation des Deckbandelements und somit zu einem grösseren Spalt zwischen dem der Turbinenschaufel gegenüberliegenden Wärmeschutzschild und der Turbinenschaufel selbst. Ein vergrößerter Spalt führt zu einer grösseren Menge an Heissgas, welches in die Kavität strömt, und somit zu einer weiteren Überhitzung, mit fatalen Folgen für die Gasturbine. Auf der anderen Seite muss aus Effizienzgründen die Menge an Kühlluft aber auf ein notwendiges Mass beschränkt werden, um unnötige Kühlung zu vermeiden.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Ziel der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine luftgekühlte Turbinenschaufel mit einem Deckbandelement zu schaffen, in welcher eine Überhitzung des Aussenraumes oberhalb des Deckbandelementes und somit eine Überhitzung der Spitze der Turbinenschaufel selbst gezielt verhindert wird, ohne die Effizienz durch ein Übermass an Kühlluft zu beeinträchtigen.

[0006] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe durch eine luftgekühlte Turbinenschaufeln gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass sich in der Kühlluftbohrung ein Ventil befindet, welches sich in Abhängigkeit von der Temperatur des umgebenden Aussenraums öffnet.

[0007] Das Ventil öffnet sich, sobald eine bestimmte Temperatur in dem die Turbinenschaufel umgebenden Aussenraum erreicht wird. Hierdurch wird erreicht, dass bei normalen Betrieb der Turbinenschaufel das Ventil geschlossen bleibt. Vorteilhaft wird es erst geöffnet, wenn die Spitze der Turbinenschaufel zu überhitzen droht, d. h. in Situationen, in denen eine aussergewöhnlich grosse thermische Belastung vorliegt.

[0008] Das Ventil ist in einem ersten Ausführungsbeispiel ein Bimetallstreifen, welcher an einer oder beiden Seiten an dem Deckbandelement oder der mindestens einen Kühlluft-

bohrung angebracht ist. Mit Vorteil ist der Bimetallstreifen an einer Drosselstelle, welche sich in der Kühlluftbohrung befindet, angeordnet.

[0009] Das Ventil ist in einem zweiten Ausführungsbeispiel elektromechanisch betrieben und mit einem Sensor verbunden, welcher die Temperatur in dem die Turbinenschaufel umgebenden Aussenraum misst.

[0010] Sofern das Ventil normal zur Rotationsrichtung angeordnet ist, ist das Öffnen und das Schliessen des Ventils vorteilhaft unabhängig von den Zentrifugalkräften.

[0011] Das Ventil ist in einem dritten Ausführungsbeispiel ein Stopfen, welcher aus einem Material besteht, welches schmilzt, sofern eine bestimmte Temperatur erreicht ist.

[0012] In einer Ausführungsform der luftgekühlten Turbinenschaufel befinden sich auf der Oberseite des Deckbandelements mindestens zwei parallel zur Rotationsrichtung verlaufende, voneinander beabstandete Dichtrippen, welche im Zusammenwirken mit der gegenüberliegenden Gehäusewand eine Kavität bilden. Diese Kavität ist mit der mindestens einen Kühlluftbohrung verbunden, so dass im Falle einer Öffnung des Ventils die Kühlluft in diese Kavität eingeblasen wird. Dies ist vorteilhaft, da mit dem erfindungsgemässen, temperaturabhängigen Ventil eine Überhitzung und die damit verbundenen Nachteile vermieden werden, ohne ein Übermass an Kühlluft zu verwenden.

[0013] Bei der Turbinenschaufel kann es sich um eine Leit- oder um einer Laufschaufel einer Gasturbine handeln.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Die Erfindung wird anhand der beigelegten Zeichnungen illustriert, wobei

[0015] Fig. 1 eine luftgekühlte Turbinenschaufel mit einem Deckbandelement zeigt,

[0016] Fig. 2a, b den Ausschnitt II der Fig. 1 mit einem Bimetallstreifen als Ventil in jeweils verschiedenen Temperaturzuständen darstellt,

[0017] Fig. 3 eine zweite Ausführungsform des Ausschnittes II bei einer ersten Temperatur darstellt,

[0018] Fig. 4 eine zweite Ausführungsform des Ausschnittes II bei einer zweiten Temperatur darstellt,

[0019] Fig. 5 den Schnitt V-V der Fig. 3 zeigt,

[0020] Fig. 6 den Schnitt VI-VI der Fig. 4 zeigt,

[0021] Fig. 7 einen Schnitt durch eine luftgekühlte Turbinenschaufel mit einem Ventil, welches normal zur Rotationsrichtung angeordnet ist, zeigt,

[0022] Fig. 8 einen Schnitt durch eine luftgekühlte Turbinenschaufel mit einem Stopfen als Ventil zeigt und

[0023] Fig. 9 eine luftgekühlte Turbinenschaufel mit einem Deckbandelement gemäss der Fig. 1 mit einem elektromechanischen Ventil und einem Temperatursensor darstellt.

[0024] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche Elemente werden in unterschiedlichen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Strömungsrichtungen werden mit Pfeilen angegeben.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0025] In der Fig. 1 ist eine Turbinenschaufel 1, also eine Leit- oder Laufschaufel einer Gasturbine dargestellt. Diese Turbinenschaufel 1 ist einem Gehäuse 7 gegenüberliegend angeordnet und ist an ihrer Schaufelspitze 2 mit einem sich quer zur Schaufelspitze 2 erstreckenden Deckbandelement 3 ausgestattet. Sie wird von Heissgas 9 während des Betriebes angeströmt. Das Deckbandelement 3 bildet mit den anderen (nicht dargestellten) Turbinenschaufeln 1 ein durchgehendes, mechanisch stabilisiertes Deckband. Die Turbinenschaufel 1 ist im Inneren teilweise hohl und von einem oder

mehreren Kühlluftkanälen 10 durchzogen, die Kühlluft 11 vom (nicht in der Fig. 1 dargestellten) Schaufelfuss bis in die Schaufelspitze 2 leiten. Das Deckbandelement 3 hat auf seiner Oberseite zwei parallel in Bewegungsrichtung der Schaufelspitze 2 verlaufende Dichtrippen 4, die zusammen mit der gegenüberliegenden Gehäusewand 7 der Gasturbine eine durch Spalte mit der Umgebung verbundene Kavität 5 bilden. Die gegenüberliegende Gehäusewand 7 ist üblicherweise mit einem leicht abreibbaren Belag wie zum Beispiel Honigwabene ausgeführt. In dem Deckbandelement 3 befindet sich eine Kühlluftbohrung 6, welche den Kühlluftkanal 10 mit der Kavität 5 verbindet. In der Kühlluftbohrung 6 ist ein Ventil 8 angeordnet, welches sich temperaturabhängig öffnet und schliesst. Während des normalen Betriebes der Gasturbine bleibt das Ventil 8 geschlossen, so dass keine Kühlluft 11 von dem Kühlluftkanal 10 in die Kavität 5 strömt und dieser Bereich nicht gesondert gekühlt wird. Das Ventil 8 öffnet sich erfindungsgemäss erst, sobald eine bestimmte Temperatur in der Kavität 5 überschritten wird, d. h. erst, wenn eine Überhitzung des Deckbandelements 3 droht. Dies wird in Fällen vorkommen, in denen eine besondere thermische Belastung durch einen Betrieb der Gasturbine oberhalb des Auslegungspunkts vorliegt. Ein Ausblasen von Kühlluft 10 führt zu einer Erhöhung des Drucks in der Kavität 5 und trägt damit zu einer Verkleinerung des in die Kavität 5 eindringenden Massenstromes an Heissgas 9 bei. Weiterhin wird natürlich auch die Mischtemperatur in diesem Bereich gesenkt, wodurch die thermische Belastung des Deckbandelements 3 von der Oberseite her verringert wird.

[0026] Die Fig. 2a, b zeigen den Ausschnitt II der Fig. 1 jeweils bei unterschiedlichen Temperaturen. Das Ventil 8 besteht aus einem Bimetallstreifen 8a, welcher an einer Seite der Kühlluftbohrung 6 befestigt ist. In der Fig. 2a ist das Ventil 8 geschlossen, während das Ventil 8 der Fig. 2b durch eine erhöhte Temperatur in der Kavität 5 geöffnet ist, so dass Kühlluft 11 durch die Kühlluftbohrung 6 hindurchtritt. Der Bimetallstreifen 8a liegt im geschlossenen Zustand an einer Drosselstelle 12 auf, welche sich in der Kühlluftbohrung 6 befindet, und auf diese Weise die Kühlluftbohrung 6 schliesst. Die Drosselstelle 12 begrenzt den Kühlluftmassenstrom gezielt, was zu einer deutlich effizienteren Kühlung beiträgt.

[0027] Die Fig. 3 und 4 zeigen eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemässen Ventils 8 an der Kühlluftbohrung 6. Der Bimetallstreifen ist im Gegensatz zu den Fig. 2a und 2b an zwei Seiten an der Kühlluftbohrung 6 angebracht. Die Verformung des Bimetallstreifen 8a bei erhöhter Temperatur bewirkt, dass sich der Streifen von der Drosselstelle 12 wegbewegt, so dass Kühlluft 11 an dem Bimetallstreifen 8a vorbei in die Kavität 5 strömen kann.

[0028] Die Fig. 5 und 6 zeigen die Schnitte V-V bzw. VI-VI der Fig. 3 und 4. In geschlossenem Zustand (Fig. 5) liegt der Bimetallstreifen 8a an der Drosselstelle 12 an, während in geöffnetem Zustand (Fig. 6) die Kühlluft 11 seitlich vorbei an dem Bimetallstreifen 8a in die Kavität 5 strömt.

[0029] In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 7 ist das Ventil 8 aussen an dem Deckbandelement 3 beispielsweise durch eine Punktschweissung befestigt. Das Ventil 8 ist normal zur Rotationsrichtung 13 angebracht, so dass vorteilhaft der Öffnungs- und Schliessungsvorgang unabhängig von den Zentrifugalkräften ist. Dies entspricht dem Konstruktionsprinzip der Funktionstrennung und ermöglicht eine Reduktion der Auslegungstoleranzen.

[0030] In der Ausführungsform der Fig. 8 ist das Ventil 8 als Stopfen 14 ausgestaltet. Dieser Stopfen 14 besteht aus einem Material, welches oberhalb eines bestimmten Temperaturwertes schmilzt und die Kühlluftbohrung 6 freigibt. Dies

stellt quasi eine Minimallösung der erfindungsgemässen Turbinenschaufel 1 dar, welche in jeden Fall eine Überhitzung verhindert. Als Materialien sind beispielsweise Legierungen mit Nickel und Bor oder Nickel und Silizium als wesentliche Bestandteile geeignet.

[0031] Die Fig. 9 stellt eine weitere Ausführungsform dar, welche im wesentlichen der Fig. 1 entspricht. Jedoch wird ein elektromechanisches Ventil 8 verwendet. Dieses Ventil 8 ist über eine nicht dargestellte Steuereinrichtung mit einem Sensor 15 verbunden, welche sich in der Gehäusewand 7 befindet. Der Sensor 15 misst die Temperatur in der Kavität 5. Oberhalb einer bestimmten Temperatur, bei der Überhitzung droht, öffnet sich das Ventil 8, so dass die Kühlluft 11 in die Kavität 5 einströmen kann und dort zur Kühlung dient.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Turbinenschaufel
- 2 Schaufelspitze
- 3 Deckbandelement
- 4 Dichtrippe
- 5 Kavität
- 6 Kühlluftbohrung
- 7 Gehäusewand
- 8 Ventil
- 8a Bimetallstreifen
- 9 Heissgas
- 10 Kühlluftkanal
- 11 Kühlluft
- 12 Drosselstelle
- 13 Rotationsrichtung
- 14 Stopfen
- 15 Sensor

Patentansprüche

1. Luftgekühlte Turbinenschaufel (1), welche an der Schaufelspitze (2) ein sich senkrecht zur Schaufellängsachse erstreckendes Deckbandelement (3) aufweist, wobei das Deckbandelement (3) zwecks Kühlung mit mindestens einer Kühlluftbohrung (6) durchzogen ist, welche eingangsseitig mit wenigstens einem durch die Turbinenschaufel (1) verlaufenden Kühlluftkanal (10) in Verbindung steht, und ausgangssseitig in den die Turbinenschaufel (1) umgebenden Aussenraum mündet, wobei der Aussenraum von einer Gehäusewand (7) begrenzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass sich in der Kühlluftbohrung (6) ein Ventil (8) befindet, welches sich in Abhängigkeit von der Temperatur des umgebenden Aussenraums öffnet.
2. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (8) ein Bimetallstreifen (8a) ist.
3. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Bimetallstreifen (8a) an mindestens einer Seite an dem Deckbandelement (3) oder der mindestens einen Kühlluftbohrung (6) angebracht ist.
4. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Bimetallstreifen (8a) an zwei Seiten angebracht ist.
5. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Bimetallstreifen (8a) an einer Drosselstelle (12), welche sich in der Kühlluftbohrung (6) befindet, angeordnet ist.
6. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (8) mit einem Sensor (15) verbunden ist, welcher die Temperatur in dem die Turbinenschaufel (1) umgebenden Aussenraum misst.

7. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (8) normal zur Rotationsrichtung (13) angeordnet ist.

8. Turbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (8) ein Stopfen (14) ist, welcher aus einem Material besteht, welches schmilzt, sofern eine bestimmte Temperatur erreicht ist.

9. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Oberseite des Deckbandelements (3) mindestens zwei parallel zur Rotationsrichtung (13) verlaufende, voneinander beabstandete Dichtrippen (4) vorgesehen sind, welche im Zusammenwirken mit der gegenüberliegenden Gehäusewand (7) eine Kavität (5) bilden und die Kavität (5) mit der mindestens einen Kühlluftbohrung (4) verbunden ist.

10. Turbinenschaufel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Turbinenschaufel (1) eine Leit- oder Laufschaufel einer Gasturbine ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

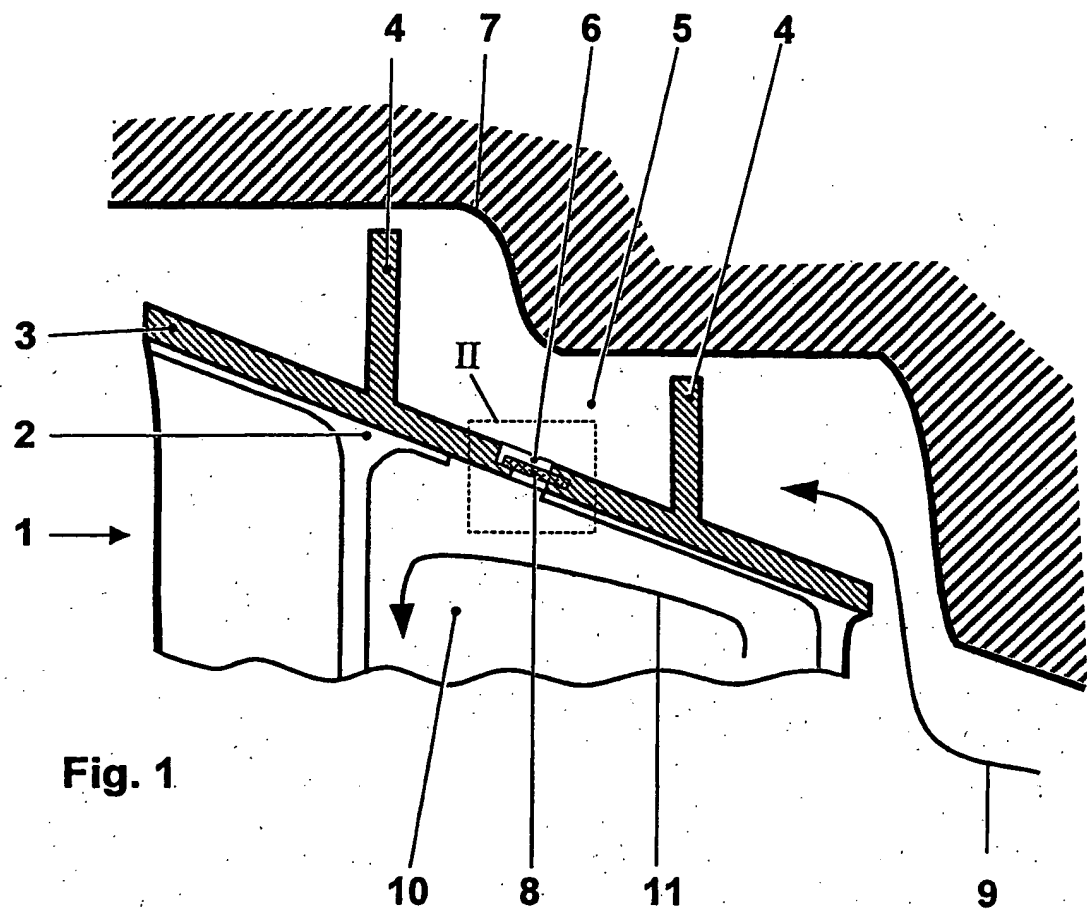


Fig. 1

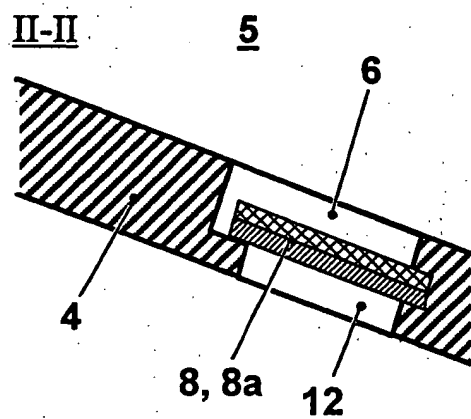


Fig. 2a

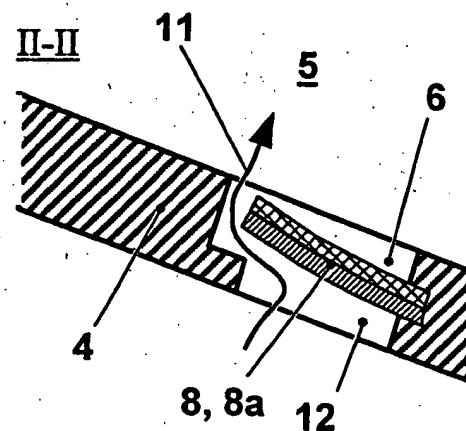


Fig. 2b

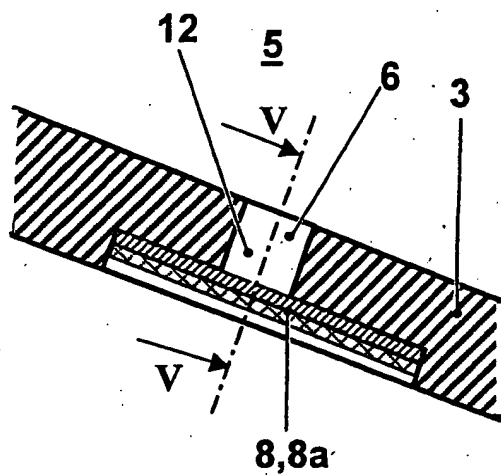


Fig. 3

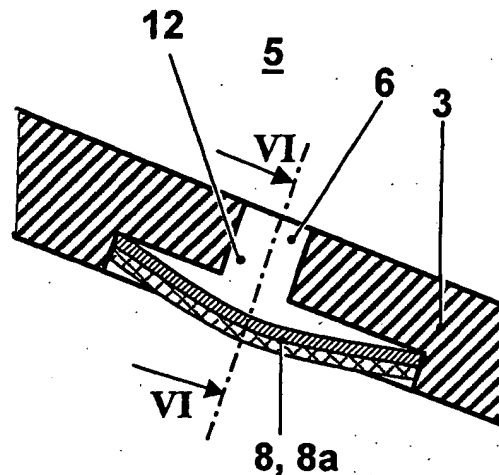


Fig. 4

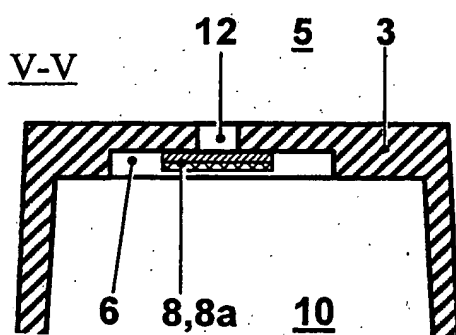


Fig. 5

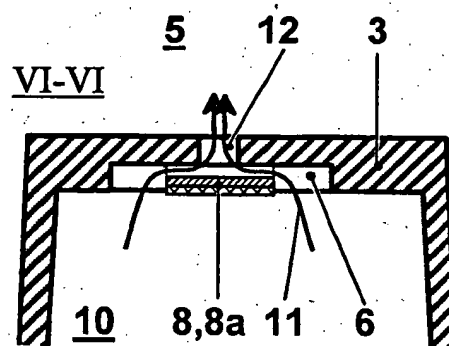


Fig. 6

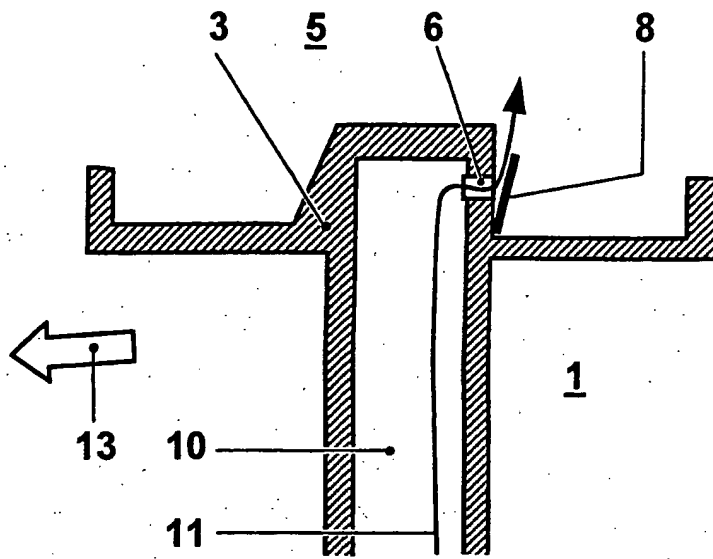


Fig. 7

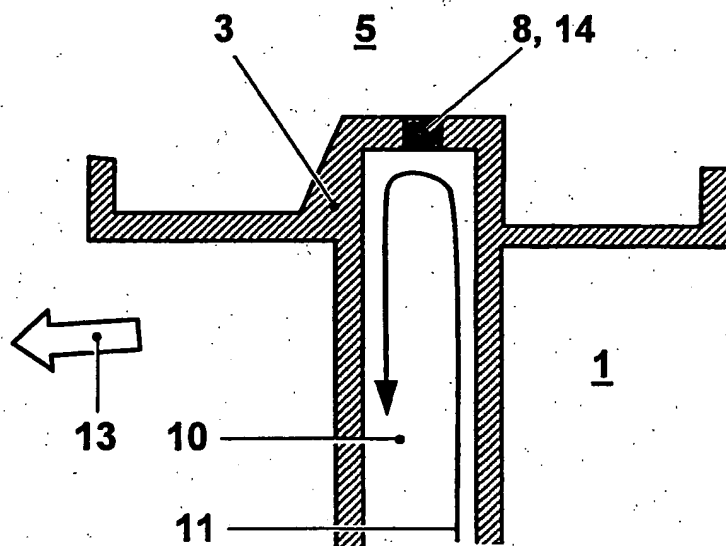


Fig. 8

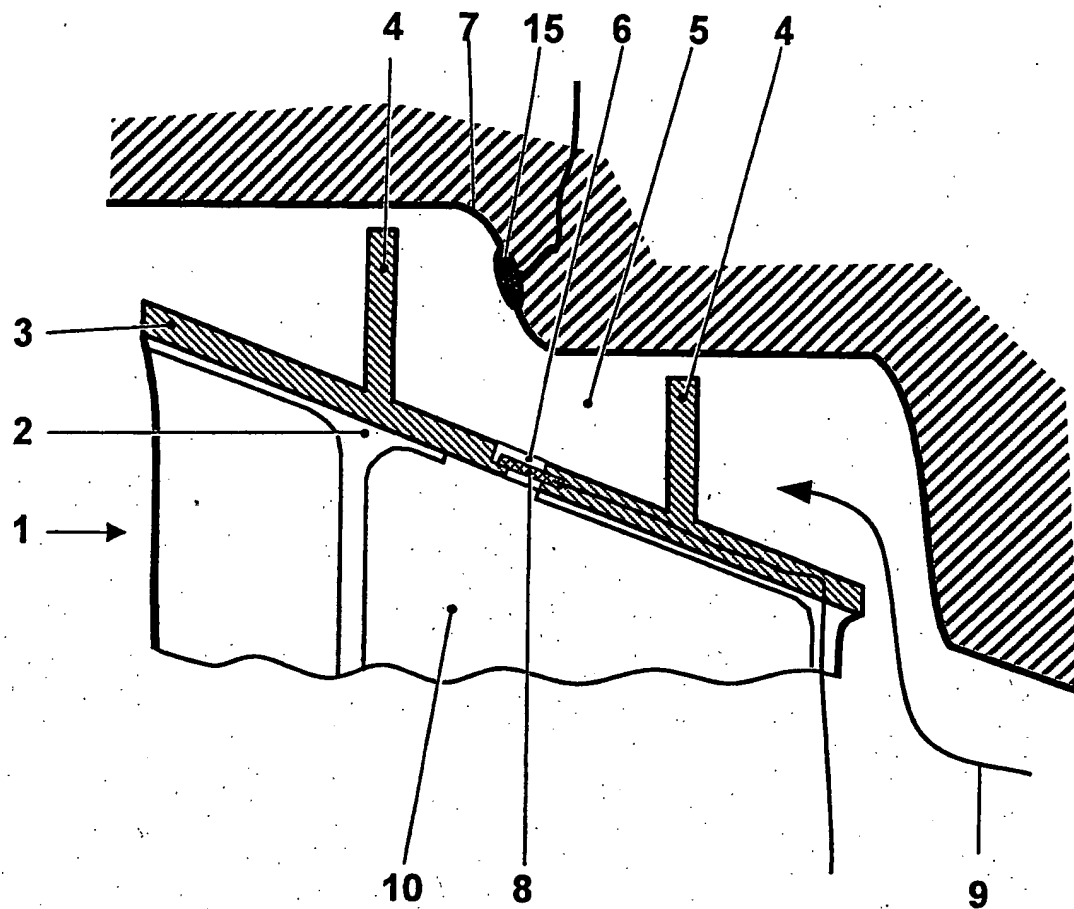


Fig. 9